Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.2, Summer 2020, P. 261-271
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۲۷۱-۲۶۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله علمی-پژوهشی

انتخاب بستر کشت بهینه جهت پرورش گیاه ژربرا (*Gerbera jamesonii*) در سیستم کشت هیدروپونیک

سیده مهدیه خرازی[۱]- احمد شریفی[۲*]- صبا نجاتی زاده[۳]- آزاده خادم[۴]- مریم مرادیان[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۱

چکیده

با توجه به وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی در کشور و لزوم مصرف بهینه آب، بکارگیری فناوری‌های نوین نظیر سیستم‌های کشت هیدروپونیک بسته به منظور افزایش کارایی مصرف کود و آب نقش موثری در کاهش هزینه‌های تولید و افزایش عملکرد در واحد سطح خواهد داشت که در این میان انتخاب بستر کشت مناسب می تواند بسیار تاثیرگذار باشد. لذا پژوهش حاضر با هدف انتخاب بستر کشت بهینه جهت پرورش گیاهچه‌های کشت بافتی ژربرا در سیستم کشت هیدروپونیک بسته انجام شد. گیاهچه‌ها پس از طی نمودن مرحله سازگاری در سیستم‌های مختلف کشت گردیدند: سیستم بستر کشت یکپارچه به صورت سیستم بسته حاوی بسترهای کشت مختلف (پرلیت شکری، ورمی‌کولیت، ورمی‌کولیت: پرلیت، کوکوپیت: پرلیت، پشم سنگ) و سیستم کشت هیدروپونیک NFT[۶] به صورت سیستم بسته انجام شد. آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار (کوکوپیت: پرلیت، ورمی‌کولیت: پرلیت، پشم سنگ، ورمی‌کولیت، پرلیت شکری در بستر کشت یکپارچه به صورت سیستم بسته، سیستم کشت هیدروپونیک NFT به صورت سیستم بسته) در ۶ تکرار انجام شد. طی یک دوره ۶ ماهه پارامترهای مختلف رشدی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت ورمی‌کولیت و ورمی‌کولیت: پرلیت در مقایسه با سایر بسترهای کشت سریعتر وارد مرحله زایشی شدند و تعداد گل بیشتری را نیز تولید نمودند. گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت پشم سنگ عملکرد مطلوبی را از خود نشان ندادند که احتمالاً تنش خشکی وارده بر گیاهان دلیل این امر می‌تواند باشد. همچنین از آنجا که گیاه ژربرا دارای ریشه‌های حجیمی می‌باشد، ریشه‌های این گیاه در سیستم NFT نتوانستند بخوبی توسعه پیدا کنند، لذا کاربرد سیستم NFT نیز جهت پرورش گیاه ژربرا مناسب نمی‌باشد. بهترین عملکرد نمونه‌های گیاهی در بستر کشت ورمی‌کولیت حاصل شد ولی با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار این بستر کشت با بستر کشت ورمی‌کولیت: پرلیت، به منظور کاهش هزینه‌های تولید، کاربرد بستر کشت ورمی‌کولیت: پرلیت در سیستم بسته جهت پرورش گیاه ژربرا توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سیستم هیدروپونیک بسته، سیستم NFT، قطر طبق گل، بستر کشت یکپارچه

مقدمه

کشت بدون خاک، پایه و اساس تکنیک‌های باغبانی مدرن می باشد. در سیستم‌های کشت بدون خاک، بسترهای کشت مختلفی جهت پرورش گیاهان زینتی از جمله ژربرا مورد استفاده قرار می‌گیرد که از جمله مهم‌ترین آنها پرلیت، پشم سنگ، ورمی‌کولایت، ماسه، کوکوپیت و پوکه صنعتی می‌باشند (۹، ۱۱، ۱۸، ۲۰ و ۲۳). با این حال بستر کشتی مناسب‌تر می‌باشد که تخلخل مناسبی داشته باشد، ظرفیت نگهداری آب آن بالا باشد، زهکشی مناسبی داشته باشد و ساختار فیزیکی آن نیز مطلوب باشد (۱۸). لذا با توجه به خصوصیات یاد شده، این عامل می‌تواند به طور مستقیم و غیرمستقیم بر رشد و عملکرد گیاه تاثیرگذار باشد. بنابراین یکی از مهم‌ترین فاکتورها در ایجاد یک سیستم کشت بدون خاک بهینه، انتخاب بستر کشت مناسب می‌باشد (۲۴).

از سوی دیگر، اکثر سیستم‌های کشت گلخانه‌ای به صورت سیستم‌های باز طراحی می‌شوند، به طوریکه مازاد محلول غذایی از بستر کشت خارج می‌شود. در این نوع کشت به منظور تثبیت غلظت و pH محلول غذایی در ناحیه ریشه گیاه و همچنین جهت تنظیم

۱، ۲، ۴ و ۵- استادیاران و مربیان، گروه پژوهشی بیوتکنولوژی گیاهان زینتی، پژوهشکده بیوتکنولوژی صنعتی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی
(*- نویسنده مسئول: Email: ahmadsharifi66@yahoo.com)
۳- دانشجوی مقطع دکتری رشته بیوتکنولوژی در کشاورزی، گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
DOI: 10.22067/jhorts4.v34i2.79193

۶- سیستم لایه نازک عناصر غذایی یا Nutrient Film Technique
7- Nutrient Film Technique

رطوبت بستر، حجم محلول غذایی مورد استفاده بیشتر از نیاز تغذیه‌ای گیاه در نظر گرفته می‌شود (۸). به طوریکه روزانه حدود ۲۵ درصد از محلول غذایی مورد استفاده در سیستم‌های باز گلخانه‌ای به طور مستقیم از بستر کشت وارد خاک می‌گردد. این بدین معناست که در طی کشت گلخانه‌ای گیاه ژربرا در گلخانه‌ای به مساحت یک هکتار، روزانه بین ۱/۶ تا ۱۱/۴ مترمکعب محلول غذایی از طریق زهکش از بستر کشت خارج می‌شود (۴)، که اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی موجود در زه‌آب در گلخانه تحت پرورش گیاه ژربرا نشان می‌دهد سالانه حدود ۹۳ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن، ۶/۸ کیلوگرم بر هکتار فسفر، ۱۶۵ کیلوگرم بر هکتار پتاسیم و ۱۰۷ کیلوگرم بر هکتار کلسیم به محیط آزاد می‌شود که تمامی این شواهد دال بر برتری سیستم بسته نسبت به سیستم‌های باز هیدروپونیک می‌باشد (۱۰).

بنابراین به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیائی، سیستم‌های کشت هیدروپونیک چرخشی (بسته) جایگزین سیستم‌های غیرچرخشی (باز) شده‌اند (۱۰). سیستم‌های بسته در مقایسه با سیستم‌های باز از لحاظ رعایت نکات بهداشتی و مدیریت تغذیه‌ای نیاز به دقت و توجه بیشتری دارند (۳۱). هنگامیکه عناصر غذایی موجود در محلول غذایی کاهش می‌یابد، به منظور جلوگیری از کمبود عناصر غذایی، محلول جدید جایگزین محلول قدیمی خواهد شد (۱۵). با این حال چرخش محلول غذایی می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی از جمله عدم تعادل عناصر غذایی، افزایش هدایت الکتریکی و تجمع سمی برخی از عناصر و به دنبال آن کاهش عملکرد گردد که مدیریت صحیح تغذیه‌ای می‌تواند این مشکلات را مرتفع سازد (۳۱).

از جمله سیستم‌های کشت هیدروپونیکی که محلول غذایی در آن بصورت چرخشی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، سیستم NFT می‌باشد. در این سیستم یک لایه نازک محلول غذایی در اختیار ریشه گیاه قرار می‌گیرد که تاثیر قابل توجهی در کاهش میزان کود و آب مصرفی دارد (۲۵). تحقیقات آسکر (۲) بر روی گیاه لیلیوم حاکی از تاثیر مطلوب سیستم کشت NFT بر روی رشد و گلدهی این گیاه بود. گیاهان پرورش یافته تحت این سیستم، در طی یک دوره ۵۵ روزه وارد مرحله زایشی شدند و از لحاظ گلدهی کیفیت مناسبی را دارا بودند. همچنین در پایان دوره، کاربرد سیستم فوق منجر به تولید تعداد زیادی پیاز دختری بر روی ساقه اصلی گیاه شد. مطالعات اینسمتوگلو و همکاران (۱۴) بر روی گیاه توت فرنگی نیز نشان داد که پرورش این گیاه تحت سیستم NFT تاثیر مطلوبی بر پارامترهای رشد رویشی و زایشی این گیاه داشت.

با توجه به اینکه یکی از معضلات پیش روی کشور، مشکل کم آبی و خشکسالی می‌باشد، لذا بکارگیری فناوری‌های نوین نظیر سیستم‌های کشت بسته به منظور مصرف بهینه کود و آب، می‌توانند گامی موثر در جهت بهبود راندمان مصرف آب و کود در کشت‌های گلخانه‌ای باشد. از این رو در پژوهش حاضر سیستم‌های مختلف کشت به منظور انتخاب سیستم کشت بهینه جهت پرورش گیاه ژربرا مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تحقیقاتی جهاد دانشگاهی خراسان رضوی اجرا گردید. بدین منظور از گیاهچه‌های کشت بافتی ژربرا رقم Sunway استفاده گردید. گیاهچه‌ها پس از طی نمودن مرحله سازگاری در سیستم‌های مختلف کشت به شرح ذیل کشت گردیدند:

الف: سیستم بستر کشت یکپارچه حاوی بسترهای کشت مختلف (پرلیت شکری، ورمی‌کولیت، ورمی‌کولیت: پرلیت، کوکوپیت: پرلیت، پشم سنگ) و آبیاری قطره‌ای روزانه سه مرتبه و هر بار به مدت ۶ دقیقه به صورت سیستم بسته (استفاده مجدد از آب زهکش).

ب: سیستم کشت هیدروپونیک NFT به صورت سیستم بسته (استفاده مجدد از آب زهکش)، به طوریکه هر ۲/۵ دقیقه یک مرتبه آبیاری به مدت یک دقیقه انجام می‌شد.

جهت بهینه‌سازی میزان عناصر موجود در محلول غذایی، از شاخص EC استفاده گردید. بدین ترتیب که با اندازه‌گیری شاخص EC به صورت هفتگی، غلظت عناصر غذایی موجود در محلول غذایی مورد ارزیابی قرار می‌گرفت و با کاهش میزان EC، محلول غذایی جدید به سیستم اضافه می‌گردید تا شاخص EC در حد بهینه باقی بماند. جهت تغذیه نمونه‌های گیاهی از ترکیب کودی توصیه شده توسط برس و همکاران (۴) به شرح ذیل استفاده گردید: K_2SO_4 (۰/۲۲)، KNO_3 (۳/۶۲)، KH_2PO_4 (۰/۷۱)، $NH_4H_2PO_4$ (۰/۳۵)، NH_4NO_3 (۰/۵۳)، $Ca(NO_3)_2,4H_2O$ (۱/۴۸)، $MgSO_4,7H_2O$ (۰/۴)، $MnCL_2, 4H_2O$ (۰/۰۰۴۹)، H_3BO_3 (۰/۰۲۰)، $ZnSO_4$ (۰/۰۰۶۱)، $CuSO_4, 5H_2O$ (۰/۰۰۰۴۸)، $NaMoO_4, 2H_2O$ (۰/۰۰۰۵۸)، $FeSO_4, 7H_2O$ (۰/۰۳۴۸)، Na_2EDTA (۰/۰۳۸۴). قابل ذکر است که مقادیر ذکر شده به میلی مولار می باشد.

آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار در ۶ تکرار انجام شد. طی یک دوره ۶ ماهه پارامترهای رشدی گیاهان از جمله تعداد برگ تولیدی (شمارش تعداد برگ در هر گیاه در پایان دوره)، طول دمبرگ (اندازه گیری با استفاده از خط کش مدرج در پایان دوره)، وزن تر و خشک اندام هوایی (با استفاده از ترازوی دیجیتال)، درصد کلروز برگی، درصد نکروز برگی، تعداد گل (شمارش تعداد گل در هر گیاه در پایان دوره)، قطر طبق گل (با استفاده از کولیس دیجیتال)، ارتفاع ساقه گل دهنده (اندازه گیری با استفاده از خط کش مدرج در پایان دوره)، تعداد روز تا آغاز گلدهی، قطر انتهای ساقه گل دهنده (با استفاده از کولیس دیجیتال) و قطر وسط ساقه گل دهنده (با استفاده

از کولیس دیجیتال) مورد ارزیابی قرار گرفت.

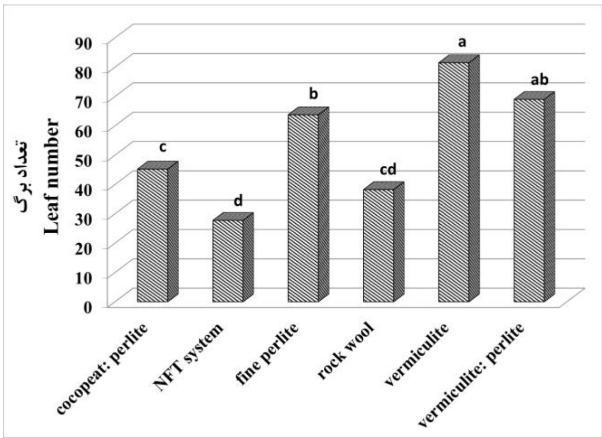
به منظور اندازه‌گیری میزان درصد برگ‌های نکروزه، تعداد برگ-های نکروزه شده در پایان آزمایش شمارش شدند و بر تعداد کل برگ‌های گیاه تقسیم شدند (۳). در رابطه با درصد برگ‌های کلروزه نیز از همین روش استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل‌های آماری

آماده سازی داده‌ها در برنامه Excel و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Jump 8 انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel رسم گردیدند.

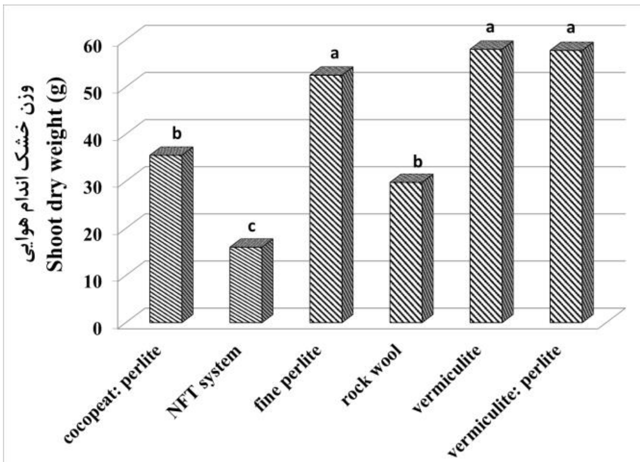
نتایج

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر تعداد برگ تولیدی تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p\leq0.01$). گیاهچه‌هایی که در بستر کشت یکپارچه ورمی‌کولیت کشت شده بودند، بیشترین تعداد برگ را تولید نمودند ولی با این حال تفاوت معنی‌داری با گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت یکپارچه ورمی‌کولیت: پرلیت نداشتند. کمترین تعداد برگ تولیدی نیز در گیاهچه‌های کشت شده در سیستم NFT مشاهده شد. همچنین گیاهچه‌های کشت شده در بستر کشت یکپارچه پشم سنگ تفاوت معنی‌داری با سیستم NFT نداشتند که در این رابطه تنش خشکی وارده بر گیاهان و به دنبال آن رشد ضعیف نمونه های گیاهی باعث کاهش تعداد برگ تولیدی شده است.



شکل ۱- اثر نوع بستر کشت بر تعداد برگ تولیدی گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Figure 1- The effect of cultivation media on number of produced leaves of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, *p≤0.05*)

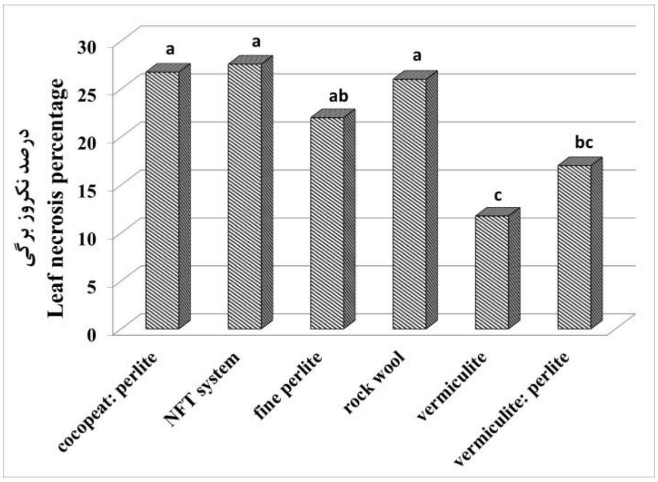


شکل ۲- اثر نوع بستر کشت بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Figure 2– The effect of cultivation media on shoot dry weight of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, *p≤0.05*)

در پایان آزمایش وزن خشک اندام هوایی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار تیمارها بر این صفت بود (p≤۰/۰۱). سنگین‌ترین گیاهچه‌ها از لحاظ وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در بسترهای کشت یکپارچه ورمی‌کولیت، ورمی‌کولیت: پرلیت و پرلیت شکری حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. کمترین میزان این صفت نیز در سیستم NFT مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. چنین به نظر می رسد که تنش خشکی می‌تواند دلیل اصلی کاهش وزن گیاهچه‌ها در این تیمار باشد.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای آزمایش تاثیر معنی‌داری بر درصد کلروز برگی نداشتند (p≤۰/۰۵)، ولی درصد نکروز برگی در گیاهچه‌ها تحت تاثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت (p≤۰/۰۱). درصد نکروز برگی در سیستم NFT بیش از دو برابر مقدار اندازه‌گیری شده در بستر کشت یکپارچه ورمی‌کولیت بود. بین بسترهای کشت یکپارچه کوکوپیت: پرلیت، پرلیت شکری، پشم سنگ و سیستم NFT تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین کمترین میزان نکروز برگی در بستر کشت یکپارچه ورمی‌کولیت حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با بستر کشت یکپارچه ورمی‌کولیت: پرلیت نداشت. پایین بودن میزان نکروز برگی در تیمارهای یاد شده نشان دهنده جذب مطلوب عناصر غذایی و رشد مناسب گیاهچه‌ها در این بسترها می‌باشد.



شکل ۳- اثر نوع بستر کشت بر درصد نکروز برگی گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Figure 3– The effect of cultivation media on leaf necrosis percentage of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, *p≤0.05*)

شمارش تعداد گل تولیدی در تیمارهای آزمایش نشان داد که این صفت تحت تاثیر نوع بستر کشت قرار گرفت. کاربرد سیستم کشت بسته حاوی بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت و ورمی کولیت منجر به تولید بیشترین تعداد گل تولیدی شد. در سیستم NFT کمترین تعداد گل تولیدی با میانگین ۲/۵ عدد برداشت شد که اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر بسترهای کشت مورد استفاده داشت. تعداد گل تولیدی در این سیستم بیش از ۳/۵ برابر کمتر از سیستم های کشت بسته حاوی ورمی کولیت: پرلیت و ورمی کولیت بود. سایر بسترهای کشت مورد استفاده از قبیل کوکوپیت: پرلیت، پشم سنگ و پرلیت شکری اختلاف آماری معنی داری از این لحاظ با یکدیگر نداشتند.

سرعت ورود به مرحله زایشی نیز تحت تاثیر نوع بستر کشت قرار گرفت. در سیستم های کشت بسته حاوی بستر کشت ورمی کولیت و ورمی کولیت: پرلیت کمترین تعداد روز جهت آغاز گلدهی مورد نیاز بود، این در حالی است که بیشترین تعداد روز جهت ورود به مرحله زایشی در سیستم NFT و پشم سنگ مشاهده گردید. دو سیستم اخیر (سیستم NFT و پشم سنگ) از لحاظ تعداد برگ تولیدی و وزن خشک اندام هوایی کمترین میانگین‌ها را به خود اختصاص داده بودند که این امر نشان از ظرفیت فتوسنتزی پایین تر و به دنبال آن تاخیر در ورود به مرحله زایشی در مقایسه با سایر بسترهای کشت مورد ارزیابی می باشد.

اندازه‌گیری قطر انتها و وسط ساقه گل دهنده بیانگر تاثیر معنی‌دار تیمارهای مورد آزمایش بر این پارامترها بود. بالاترین میانگین ها در رابطه با این پارامترها در سیستم های کشت حاوی بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت، پرلیت شکری و ورمی کولیت مشاهده شد. کمترین

میزان قطر انتها و وسط ساقه گل دهنده نیز در سیستم کشت NFT به دست آمد. با توجه به اینکه در این سیستم گیاهچه ها رشد رویشی مطلوبی نداشتند، لذا فاقد پتانسیل کافی برای تولید ساقه های گل دهنده قوی بودند و در مقایسه با سایر تیمارها ساقه‌های ضعیف تری را تولید نمودند.

جدول ۱- تاثیر بسترهای کشت مختلف بر پارامترهای رشد زایشی گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Table 1- The effect of different cultivation media on reproductive growth parameters of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system

بستر کشت Culture medium	تعداد گل تولیدی No of flower	تعداد روز تا آغاز گلدهی Number of days to flowering	قطر انتهای ساقه گل‌دهنده end diameter of stalk	قطر وسط ساقه گل‌دهنده middle diameter of stalk
پرلیت Perlite	5.25 b	90.25 ab	5.42 ab	7.05 bc
ورمی‌کولیت Vermiculite	9.00 a	81.00 b	5.40 ab	7.44 a
ورمی‌کولیت: پرلیت Vermiculite: perlite	9.25 a	81.75 b	5.74 a	7.29 ab
کوکوپیت : پرلیت Cocopeat: perlite	5.50 b	89.87 ab	5.10 bc	6.71 c
پشم سنگ Rock wool	5.16 b	95.00 a	5.02 bc	6.70 c
سیستم NFT NFT system	2.50 c	97.50 a	4.62 c	5.95 d

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letter within each column are not significantly different at probability level of 5% based on LSD test.

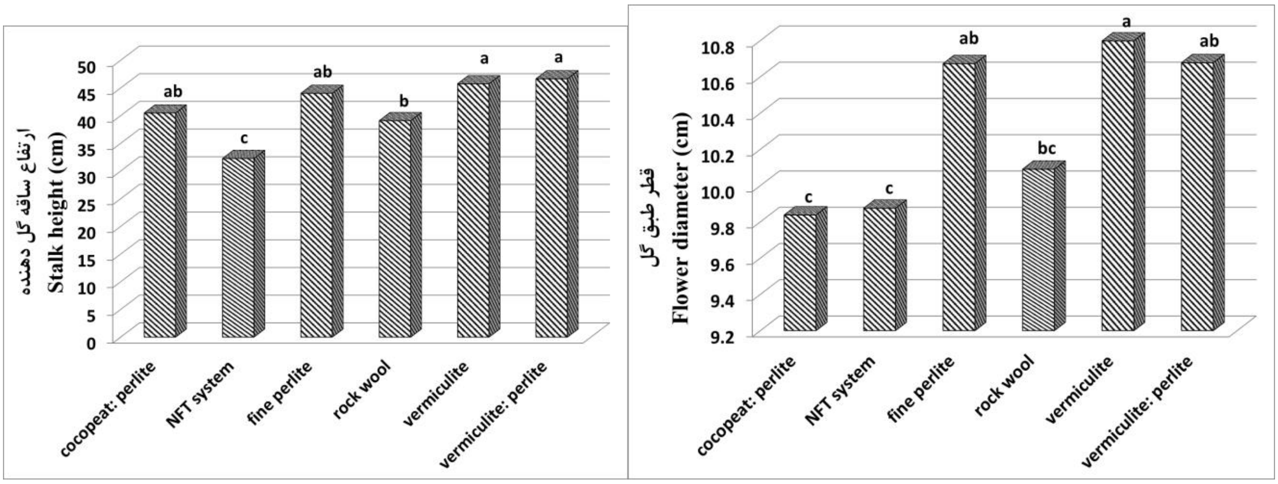
نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایش بیانگر تاثیر معنی‌دار تیمارهای مورد آزمایش بر قطر طبق گل بود. کاربرد سیستم های کشت حاوی بستر کشت ورمی کولیت، ورمی کولیت: پرلیت و پرلیت شکری منجر به تولید گل هایی با طبق بزرگ تر در مقایسه با سایر تیمارهای مورد بررسی شد. از آنجا که بستر کشت پرلیت شکری ظرفیت نگهداری آب پایینی دارد، کاربرد سیستم بسته در رابطه با این بستر کشت تاثیر بسیار مطلوبی بر گیاهچه های تولیدی داشت و قطر گل تولید شده اختلاف معنی داری با برترین تیمار نداشت که دلیل آن می‌تواند رطوبت کافی بستر و دسترسی مطلوب به عناصر غذایی در سیستم بسته پرلیت شکری باشد. گل های تولید شده در سیستم های NFT و کوکوپیت: پرلیت کمترین میانگین ها را به خود اختصاص دادند.

پس از برداشت گل‌های شاخه بریده، ارتفاع ساقه گل‌دهنده نیز مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایش بر این صفت بود. طویل‌ترین ساقه های گل دهنده در سیستم بسته حاوی بستر کشت ورمی‌کولیت: پرلیت و ورمی کولیت مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با سیستم حاوی بستر کشت پشم سنگ و سیستم NFT داشتند. از سوی دیگر کوتاه‌ترین ساقه های گل‌دهنده در سیستم NFT حاصل شد که در مقایسه با سیستم حاوی بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت، ۴۴ درصد کاهش ارتفاع مشاهده شد.

بحث

در طی سال‌های اخیر کشت بدون خاک محصولات زینتی به سمت سیستم‌های آبیاری بسته سوق داده شده است. مزیت اصلی کشت‌های بسته، محدودیت آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد. علاوه براین چرخش مجدد زه‌آب حاوی محلول غذایی، منجر به صرفه‌جویی قابل توجه در میزان کود مصرفی می‌گردد (۲۷). با این حال پاسخ گونه‌های مختلف گیاهی به استفاده پیوسته از محلول زه‌آب می‌تواند متفاوت باشد (۲۸).

در مطالعه انجام شده توسط هان و همکاران (۱۱)، اثر نوع سیستم کشت بر میزان رشد و گلدهی گیاهچه‌های کشت بافتی دو رقم ژربرا مورد ارزیابی قرار گرفت. گیاهچه‌ها در دو سیستم کشت متفاوت، کشت خاکی و کشت در بسترهای کشت ورمی‌کولیت، پرلیت، کوکوپیت و پشم سنگ (بصورت سیستم بسته) کشت گردیدند. نتایج نشان داد در رقم Ensophy، کاربرد بستر کشت پشم سنگ نتایج بهتری را در رابطه با صفات قطر گل، ارتفاع ساقه گل دهنده و وزن گیاه در پی داشت، این درحالی است که نتایج پژوهش حاضر حاکی از تاثیر نامطلوب بستر کشت پشم سنگ بر این صفات می باشد که دلیل آن می تواند تفاوت در دور آبیاری به کار رفته در دو آزمایش باشد.



شکل ٤- اثر نوع بستر کشت بر قطر طبق گل و ارتفاع ساقه گل دهنده گیاه ژربرا رقم Sunway در سیستم کشت هیدروپونیک

Figure 4– The effect of cultivation media on flower diameter and stalk height of gerbera cv. Sunway in hydroponic cultivation system (LSD, $p\leq 0.05$)

همچنین نتایج پژوهش هان و همکـاران (۱۱) نشـان داد کـه در رابطه با رقم Estel، کاربرد انواع مختلف بسـتر کشـت تفـاوت معنـی داری را در رابطه با صفات یاد شده در پی نداشت. تعـداد گـل در هـر گیاه، ارتفاع ساقه گل دهنده، وزن گل، قطـر گـل در هـر دو رقـم، در سیستم بستر کشت به مراتب بهتر از سیستم کشت خاکی بود. کـاربرد بسترهای کشت پرلیت و ورمی‌کولیت در مقایسه بـا بسـترهای کشـت کوکوپیت و پشم سنگ منجر به افزایش تعداد گـل تولیـدی گردیـد و کمترین تعداد گل تولیدی در گیاهان پـرورش یافتـه در بسـتر کشـت کوکوپیت حاصل شد. نتایج پژوهش حاضر نیـز برتـری بسـتر کشـت ورمی‌کولیت و ورمی‌کولیت: پرلیت را از لحاظ تعـداد گـل تولیـدی در مقایسه با سایر بسترهای کشت نشان داد. حسن زاده و همکاران (۱۲) گزارش کردند که ظرفیـت جـذب کـاتیونی و ظرفیـت نگهـداری آب بالای بستر کشت ورمی کولیت مـی توانـد عـاملی مـوثر در افـزایش جذب عناصر غذایی در این بسـتر کشـت باشـد.کاربرد سیسـتم NFT منجر به کاهش شدید تعداد گل تولیدی گردید و عملکرد گـل شـاخه بریده در بسترهای پشم سـنگ، پرلیـت و کوکوپیـت: پرلیـت چنـدان رضایت بخش نبود. احتمـالا هـدایت الکتریکـی بـالای بسـتر کشـت کوکوپیت و تنش خشکی وارده به گیاهان در بسترهای کشت پرلیت و پشم سنگ می‌تواند عامل اصلی کاهش عملکـرد در بسـترهای فـوق باشد.

در مطالعه انجام شده توسط کراس و همکاران (۷) بـر روی گیـاه *Portulaca oleracea* مشخص گردید که گیاهان پرورش یافتـه در بستر کشت ورمی کولیت از لحاظ ارتفاع گیاه، وزن تر بـرگ، وزن تـر ساقه، تعداد برگ و سطح برگ میانگین هـای بـالاتری را نسـبت بـه بستر کشت پرلیت از خود نشان دادند که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر برتری بستر کشت ورمی کولیت در مقایسه با بسـتر کشـت پرلیـت مطابقت دارد.

اسمیت (۳۰) گزارش کرد که در بستر پشم سنگ عملکرد سـالانه افزایش می‌یابد و گیاهان ژربرای کشت شده در این بسـتر کشـت بـه مدت بیشتری در حالت رشد فعال باقی می‌مانند. بـا ایـن حـال نتـایج پژوهش حاضر حاکی از تاثیر مطلوب بسترهای کشت ورمـی‌کولیـت و ورمی‌کولیت: پرلیت بر صفات قطر گل، ارتفاع گیاه و وزن گیـاه بـود و کاربرد بستر کشت پشم سنگ در رابطه بـا صـفات یـاد شـده چنـدان رضایت بخش نبود. از آنجـا کـه دور آبیـاری در سیسـتم بسـته مـورد آزمایش، برای تمامی بسترها بطور یکسان درنظر گرفته شده بود، لـذا چنین به نظر می‌رسد که احتمالا تنش خشکی وارد شـده بـه گیاهـان تحت تیمار پشم سنگ دلیل این امر می‌تواند باشد.

مالوپا و همکاران (۲۱) به منظور تعیـین بسـتر کاشـت مناسـب و تاثیر آن بر عملکرد و کیفیت گل ژربرا آزمایشی با چهار رقـم و چهـار نوع بستر کاشت شامل پشم‌سنگ، پرلیت، زئولیت و ماسه انجام دادند. نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد گیاهان در بستر پشم‌سنگ کمتـر از بسترهای مورد مطالعه دیگر بود که با نتایج پژوهش حاضـر مطـابق می باشد. همچنین نتایج پژوهش آنها نشان داد که طویل‌تـرین سـاقه در بستر کشت حاوی پرلیت مشاهده شد. در مطالعه حاضر نیز گیاهان پرورش یافته در بستر کشت پرلیت از ارتفاع مطلوبی برخوردار بودند.

نتـایج پـژوهش حیـدری و همکـاران (۱۳) بـر روی گیـاه کـارلا (*Momordica charantia* L.) نشان داد که کاربرد بسترهای کشت مختلف تاثیر معنی داری بر صفات رشدی و عملکردی این گیاه داشت و بیشترین ارتفاع بوته، وزن تر بوته، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشـه و تعداد میوه در بوته و عملکرد در تیمار ورمی کولیت: پرلیت و ورمـی

کولیت: کوکوپیت مشاهده شد که با نتایج مطالعه حاضر مبنی بر برتری بستر کشت ورمی کولیت: پرلیت مطابقت دارد.

از سوی دیگر، تحقیقات نشان می‌دهد که کوکوپیت ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارد، قابلیت جذب آب و ظرفیت نگهداری آب بالایی دارد. همچنین نفوذپذیری آن نسبت به آب و هوا بالا می‌باشد (۲۹). ولی با تمامی این ویژگی‌ها، در برخی از گیاهان گلدار نظیر رز و لیلیوم تجمع کلسیم و منیزیم در بستر کشت کوکوپیت منجر به جذب ناکافی این عناصر توسط گیاه می‌گردد که در نتیجه موجب اختلال در رشد گیاه می شود. اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی اولیه در بستر کشت کوکوپیت نیز حاکی از بالا بودن میزان EC (۲۱۳۰ms/cm) در این بستر کشت می‌باشد که این امر می‌تواند به نوبه خود بر پارامترهای رشدی گیاه تاثیرگذار باشد و منجر به رشد رویشی ضعیف نمونه‌ها و به دنبال آن کاهش تعداد گل تولیدی گردد که این یافته‌ها با نتایج پژوهش هان و همکاران (۱۱) منطبق می‌باشد.

نتایج مطالعه انجام شده بر روی گیاه لیلیوم نشان داد که عملکرد رشدی گیاه لیلیوم در سیستم کشت NFT رضایت بخش می‌باشد و در طی یک دوره ۵۵ روزه گیاهان وارد مرحله زایشی شدند (۲). قابل ذکر است که در پژوهش یاد شده از قالب‌های حجیم پشم سنگ با ابعاد ۱۱۲×۴۹×۲۱ سانتی متر برای هر گیاه استفاده گردید. این درحالی است که در سیستم NFT عموما نیاز به استفاده از بستر کشت نمی‌باشد و در صورت نیاز، برای استحکام بیشتر گیاه تنها از قطعات کوچک پشم سنگ استفاده می‌گردد (۵ و ۲۵). از آنجا که گیاه لیلیوم کانوپی حجیمی دارد و ریشه‌های آن توسعه زیادی می‌یابند، لذا کاربرد این سیستم نمی‌تواند جهت پرورش گیاه لیلیوم چندان موثر باشد و رشد مطلوب این گیاه را نمی‌توان به کاربرد سیستم NFT مرتبط ساخت. در واقع سیستمی که آسکر (۲) در پژوهش خود بکار برده است، مبتنی بر کاربرد بستر کشت می‌باشد که تفاوت اساسی با سیستم NFT دارد.

سیستم کشت NFT به طور گسترده‌ای جهت انجام امور تحقیقاتی استفاده می‌شود و در کشت‌های تجاری کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵). این سیستم عموما برای سبزیجات برگی نظیر کاهو استفاده می‌گردد (۱، ۱۹، ۲۶). هزینه‌های سرمایه گذاری جهت پیاده سازی این سیستم بالا می‌باشد و به دلیل عدم وجود بستر کشت، خاصیت بافری این سیستم پایین می‌باشد که در نتیجه ریسک تولید در این نوع سیستم بالا می‌باشد (۲۵). همچنین جهت پیاده سازی این سیستم به مهارت های تکنیکی بالایی نیاز می باشد (۶). در این سیستم به دلیل غلظت پایین اکسیژن در محلول غذایی NFT و تجمع ناخواسته برخی از یون ها (نظیر یون سدیم، کلراید و سولفات) و عدم تعادل عناصر غذایی در محلول غذایی، خطر از بین رفتن محصول در این سیستم افزایش می‌یابد (۵).

همچنین از آنجا که محلول غذایی از طریق کانال در اختیار گیاهان قرار می‌گیرد، مواد مغذی و اکسیژن محلول در آن توسط گیاهان ابتدای خط مصرف شده و شیب غلظتی را ایجاد کرده که این امر سبب تفاوت در رشد گیاهان ابتدا و انتهای خط شده. علاوه بر این رشد ریشه گیاهان در داخل کانال می‌تواند مانعی در برابر عبور جریان مواد غذایی باشد و سرعت عبور محلول غذایی را کاهش دهد که این امر به نوبه خود نیز شیب غلظتی را ایجاد می‌کند (۱۶). لذا به دلیل هزینه اولیه بالا، خرابی سیستم و تجهیزات، مشکلات تغذیه‌ای و از دست رفتن نمونه‌های گیاهی به دلیل شیوع بیماری‌های ریشه‌ای، کاربرد این سیستم محدود شده است (۵).

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سیستم کشت NFT جهت پرورش گیاه ژربرا مناسب نمی‌باشد. در سیستم NFT تنها یک لایه نازک محلول غذایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. لذا کاربرد این سیستم برای گیاهانی با ریشه نرم و نازک نظیر کاهو مناسب می باشد و از آنجائیکه گیاه ژربرا دارای ریشه های حجیم و ضخیمی می باشد، در این سیستم ریشه ها نمی توانند به خوبی توسعه پیدا کنند. ریشه های این گیاه از لحاظ ساختاری نرم و انعطاف پذیر نمی باشند و هنگامیکه در معرض هوای خشک قرار می‌گیرند، به سرعت خشک شده و در دوره بعدی آبیاری نمی‌توانند به راحتی رطوبت را جذب کنند.

نتایج تحقیقات نیز نشان می دهد کاربرد سیستم‌های مبتنی بر چرخش پیوسته محلول غذایی نظیر NFT برای کشت محصولات با دوره رشدی طولانی مناسب نمی‌باشند که از دلائل آن می‌توان به عدم تعادل مواد غذایی در محلول چرخشی، تجمع ترکیبات آلی مضر مترشحه از ریشه گیاه، محدودیت اکسیژن در محلول غذایی اشاره نمود که اثرات نامطلوبی بر رشد و عملکرد گیاه دارند (۱۷ و ۳۲). لذا با توجه به طولانی بودن دوره رشدی گیاه ژربرا، کاربرد این سیستم جهت پرورش این گیاه توصیه نمی‌گردد.

مالوپا و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند در صورت استفاده از بستر مناسب کشت، سیستم های دارای بستر کشت در مقایسه با سایر سیستم های هیدروپونیک فاقد آن مناسب تر می باشند که با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تاثیر نامطلوب سیستم کشت NFT بر گیاه ژربرا مطابق می باشد.

همچنین کاربرد بستر کشت یکپارچه پشم سنگ در سیستم بسته نتایج مطلوبی به دنبال نداشت که احتمالا تنش خشکی وارده بر گیاهان دلیل آن می‌باشد. با توجه به اینکه در سیستم بسته یکپارچه، آبیاری روزی سه مرتبه به مدت شش دقیقه انجام می شد، به نظر می رسد این دور آبیاری برای بستر کشت پشم سنگ کافی نبوده و گیاهچه‌ها قادر به جذب مناسب محلول غذایی از بستر کشت نبوده‌اند. لذا نیاز است سیستمی طراحی گردد که با توجه به ظرفیت نگهداری آب هر بستر کشت، میزان مناسب محلول غذایی را در اختیار گیاه قرار دهد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی بر اساس نتایج به دست آمده، بستر کشت ورمی‌کولیت، به عنوان بستر کشت بهینه جهت پرورش گیاه ژربرا شناخته شد ولی با توجه به گران قیمت بودن بستر کشت یاد شده در مقایسه با سایر بستر کشت های تولید داخل و همچنین عدم اختلاف معنی‌دار این بستر کشت با بستر کشت ورمی‌کولیت: پرلیت (در رابطه با بسیاری از صفات)، به منظور کاهش هزینه‌های تولید و پرورش گیاه ژربرا در شرایط گلخانه، کاربرد بستر کشت ورمی‌کولیت: پرلیت در سیستم بسته توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهش و فناوری جهاد دانشگاهی جهت حمایت مادی و معنوی این طرح پژوهشی (با کد ۶۰۰۶-۲۰) تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Al-Tawaha A.M., Al-Karaki Gh., Al Tawaha A.R.M., and Massadeh A. 2018. Effect of water flow rate on quantity and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in nutrient film technique (NFT) under hydroponics conditions. Bulgarian Journal of Agricultural Science 24(05): 793-800.

2- Asker H.M. 2015. Hydroponic technology for lily flowers and bulbs production using rainwater and some common nutrient solutions. African Journal of Biotechnolog, 14(29): 2307-2313.

3- Askari A.A., Imani A., Hadavi E., and Khodadadi M. 2019. Investigation the amount of macro and micro elements, chlorophyll content and chlorophyll index of selected almond cultivars on the GF677 and GF677 in alkali conditions. Journal of Plant Researc, 32(1): 112-121.

4- Bres W., Kozlowska A., and Walczak T. 2013. Effect of nutrient solution concentration on yield and quality of gerbera grown in perlite. Journal of Elementology 18(4): 577-588.

5- Challinor D.P., and Collison P. 2014. Review of hydroponic flower production and future opportunities for the UK industry. Project code: PO018. May Barn Consultancy LTD.

6- Christie E. 2014. Water and Nutrient Reuse within Closed Hydroponic Systems. MSc Thesis, Washington State University.

7- Cros V., Martínez-Sánchez J.J., and Franco J.A. 2007. Good yields of common purslane with a high fatty acid content can be obtained in a peat-based floating system. HortTechnology 17(1): 14-20.

8- De Pascale S. and Paradiso R. 1999. Water and nutrient uptake of roses growing in two inert media. In International Symposium on Growing Media and Hydroponics 548: 631-640.

9- Fakhri M., Maloupa E. and Gerasopoulos D. 1995. Effect of substrate and frequency of irrigation in yield and quality of three gerbera jamesonii cultivars, Acta Horticulture, (ISHS) 408: 41-45.

10- Ferrante A., Malorgio F., Pardossi A., Serra G. and Tognoni F. 2000. Growth, flower production and mineral nutrition in gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus) plants grown in substrate culture with and without nutrient solution recycling. Advances in horticultural Science 14(3): 99-106.

11- Hahn E.J., Jeon M.W., and Paek K.Y. 1999. Culture method and growing medium affect growth and flower quality of several Gerbera cultivars. In International Symposium on Growing Media and Hydroponics 548: 385-392.

12- Hasan Zadeh M., Rusta H.R., Mirdehghan H. 2012. Influence of different culture media and sodium chloride on growth, yield and physiological properties of bell pepper in hydroponic system. MSc Thesis. Valiasr University of Rafsanjan - Faculty of Agriculture and Natural Resources (In Persian).

13- Heidari M., Ismailpour B., Torabi Giglo M., and Sheikhalipoor M. 2009. International Conference and the 6th National Conference on Organic and Conventional Agriculture, Ardabil, Mohaghegh Ardabili University (In Persian).

14- Incemehmetoglu A., Yildiz F., and Ozen C. 2012. Investigation the effect of different support medium on product with nutrient film technique in hydroponic plant growth. MSc Thesis, Biotechnology Department, Middle East Technical University.

15- Jeannequin B., and Fabre R. 1995. Techniques for the recycling or the reduction of waste nutrient solution in soilless cultivation. Plasticulture.

16- Jones J.B. 2005. The plant root: its roles and functions. Hydroponics: A Practical Guide for the Soilles Grower. CRS PRESS. USA. 19-28.

17- Jung V., Olsson E., Asp H., Jensen P., Caspersen S., and Alsanius B. 2001. Plant response of hydroponically grown tomato to phenolic compounds. In: Proceedings of the International Symposium on Growing Media and Hydroponics, September 8-14, Alnarp, Sweden, Abstracts, C13.

18- Khalaj M.A., Amiri M., and Azimi M.H. 2014. Effect of Different culture media on the nutrient absorption, Growth Characteristics, and Yield of gerbera in hydroponic culture. Journal of Horticulture Science 27(4): 470-479.

19- Khater E.S.G., and Ali S.A. 2015. Effect of flow rate and length of gully on lettuce plants in aquaponic and hydroponic systems. Journal of Aquaculture Research & Development 6(3): 1-5.
20- Maloupa E.I., Mitsios P.F., Martinez S., and Poulou B. 1993. Study of substrates used in Gerbera culture in plastic greenhouse, Acta Horticulture (ISHS) 323: 139-144.
21- Maloupa E., Traka-Mavrona K., Papadopoulos A., Papadopoulos F., and Pateras D. 1999. Wastwater re-use in horticultural crops growing in soil and soilless media. Acta Horticulture 181: 603-607.
22- Maloupa E., Abou Hadid A., Prasad M., and Kavafakis C.H. 2001. Response of cucumber and tomato plants to different substrates mixtures of pumice in substrate culture. Acta Horticulture 550: 593-599.
23- Marschner H. 2012. Mineral nutrition of higher plants, 3rd edn. Academic, London, UK.
24- Olympios C.M. 1999. Overview of soilless culture: advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean countries. Cahiers Options Mediterranéennes 31(307-324): 2.
25- Pardossi A., Carmassi G., Diara C., Incrocci L., Maggini R., and Massa D. 2011. Fertigation and substrate management in closed soilless culture. Pisa: University of Pisa.
26- Puerta A.R., Sato S., Shinohara Y., and Maruo T. 2007. A modified nutrient film technique system offers a more uniform nutrient supply to plants. HortTechnology 17(2): 227-233.
27- Raviv M. Krasnovsky A., Medina S., and Reuveni R. 1998. Assessment of various control strategies for recirculation of greenhouse effluents under semi-arid conditions. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 73(4): 485-491.
28- Savvas D., and Gizas G. 2002. Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. Scientia Horticulturae 96(1-4): 267-280.
29- Schwartz M. 1995. Soilless culture management. 1st ED. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
30- Smith D.L. 1988. Rock wool in horticulture. 2nd ED. Grower books, London.
31- Van Os E.A. 1994. Engineering and environmental aspects of soilless growing systems. Hydroponics and Transplant Production 396 :25-32.
32- Zekki H., Gauthier L., and Gosselin A. 1996. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes, with or without nutrient solution recycling. Journal of the American Society for Horticultural Science 121(6): 1082-1088.

Journal of Horticultural Science
Vol. 34, No.2, Summer 2020, P. 261-271
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹، ص. ۲۷۱-۲۶۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Selection of Optimal Cultivation Media for Gerbera (*Gerbera Jamesonii*) Growth in the Hydroponic Culture System

M. Kharrazi[1]- A. Sharifi[2*]- S. Nejatizadeh[3]- A. Khadem[4]- M. Moradian[5]
Received: 02-03-2019
Accepted: 11-07-2020

Introduction: Considering the occurrence of successive droughts in our country and the necessity of optimal water consumption, the use of modern technologies such as closed systems to increase the efficiency of fertilizer and water use will have an effective role in reducing production costs and increasing yield. The Nutrient Film Technique (NFT) system is one of the hydroponic culture systems in which the nutrient solution is circulated continuously. In this system, a thin layer of nutrient solution will be available to the plant roots, which has a significant effect on reducing fertilizer and water consumption.

Materials and Methods: The present study was conducted to select an optimal system for cultivation of Gerbera plantlets. Plantlets were cultivated in different systems after the acclimation stage: Integrated bedding system as a closed system containing different culture media (Perlite, vermiculite, vermiculite: perlite, cocopeat: perlite and rock wool) and NFT hydroponic system as a closed system. For fertilization, the following fertilizer combination (mM) was used: K_2SO_4 (0.22), KNO_3 (3.62), KH_2PO_4 (0.71), $NH_4H_2PO_4$ (0.35), NH_4NO_3 (0.53), Ca $(NO_3)_2$,$4H_2O$ (1.48), $MgSO_4$, $7H_2O$ (0.4), $MnCl_2$, $4H_2O$ (0.0049), H_3BO_3 (0.020), $ZnSO_4$ (0.0061), $CuSO_4$, $5H_2O$ (0.00048), $NaMoO_4$, $2H_2O$ (0.00058), $FeSO_4$, $7H_2O$ (0.0348), Na_2EDTA (0.0384). The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments in six replicates. During six months, the growth parameters of the plants including number of leaves, petiole length, fresh and dry shoot weight, leaf chlorosis percentage, leaf necrosis percentage, flower number, flower diameter, flowering stem height, number of days to flowering, end diameter of the stalk and the middle diameter of the stalk were evaluated. Data preparation was done in Excel and data analysis was performed using the Jump 8 software. Mean comparison between treatments was performed with LSD test at 5% probability level and charts were drawn using the Excel program.

Results and Discussion: The results showed that there was a significant difference between treatments for the number of leaves ($p < 0.01$). Seedlings cultivated in the vermiculite culture medium produced the highest number of leaves; however, there was no significant difference between seedlings cultured in vermiculite and vermiculite: perlite media. The lowest number of produced leaves was observed in plantlets grown in the NFT system. Also, the seedlings grown in the rock wool medium had no significant difference with the NFT system. In this regard, the drought stress on plants and the consequent poor growth of plantlets reduced the number of produced leaves. The percentage of necrotic leaves in the NFT system was more than twice the vermiculite culture medium. There was no significant difference between cocopeat: perlite, perlite, rock wool, and NFT systems. Also, the lowest amount of necrotic leaves was found in the vermiculite culture medium, which did not have a significant difference with vermiculite: perlite culture medium. Low levels of leaf necrosis in these treatments indicate the optimal absorption of nutrients and the proper growth of plantlets in these culture media. The results showed that plantlets cultivated in the vermiculite and vermiculite: perlite flowered more quickly than other culture media and also produced more flowers. Plantlets grown in the rock wool medium did not show the desirable performance, which is due to drought stress. Besides, the use of cocopeat in the culture medium did not have a beneficial effect on plants. Measuring the initial electrical conductivity in the cocopeat culture medium also indicates a high EC concentration in this culture medium, which could affect the growth parameters of the plant and lead to poor vegetative growth of plantlets. Since Gerbera plant has bulky roots, the roots of this plant cannot be developed well in the NFT system, so the use of the NFT system is not suitable for Gerbera cultivation. The best performance of plant samples was obtained from vermiculite culture media, but since there were no significant differences between vermiculite and vermiculite: perlite, so to reduce production costs, the use of vermiculite: perlite culture medium in the closed system is recommended for the cultivation of Gerbera

1, 2, 4 and 5- Assistant Professors and Instructors, Research Group of Ornamental Plants Biotechnology, Department of Industrial Biotechnology, Khorasan Razavi Branch of Academic Center of Education, Culture and Research, respectively.
(*- Corresponding Author Email: ahmadsharifi66@yahoo.com)
3- Ph.D. Student of Agricultural Biotechnology, Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

plant.

Conclusion: Since Gerbera plant has bulky roots, the roots of this plant cannot be developed well in the NFT system, so the use of the NFT system is not suitable for Gerbera cultivation. The best performance of plant samples was obtained from vermiculite culture media, but since there were no significant differences between vermiculite and vermiculite: perlite, so to reduce production costs, the use of vermiculite: perlite culture medium in the closed system is recommended for the cultivation of Gerbera plant.

Keywords: Closed irrigation system, Flower diameter, Integrated planting bed, NFT system